

Translation of Relevant Part of Published Unexamined Japanese
Patent Application JP-A-9-282615 (October 31, 1997)

[0010]

[Embodiment of the Invention] An embodiment of the invention and its functions are described below with reference to FIG. 1 to FIG. 3.

[0011] FIG. 1 shows a flow chart for explaining the production according to the invention. In FIG. 1, S1 is a step of forming a patterned monitor 6 through the use of a resist 5. The patterned monitor 6 has the same composition as that of a product of a thin-film magnetic head. As shown in FIG. 2 and described later, the patterned monitor 6 having the same composition as that of the product is formed by exposing and developing the resist 5 in a large, visually observable pattern.

[0012] In step S2, ion milling is performed on the entire surface. Specifically, etching is started by ion milling on the entire surface of the wafer of FIG. 2 having undergone the step S1. In step S3, it is determined whether there has been a change in the color of the patterned monitor 6. Specifically, in the examples shown in FIG. 2 and FIG. 3, it is determined whether the color has changed from silver (the color of the MR layer) to black (the color of the substrate). If YES, the step proceeds to S4. If NO, the step returns to S2 to repeat ion milling on the entire surface.

[0013] In step S4, it is determined whether a predetermined time period has lapsed after the color change has been determined as YES in step S3. If YES, the ion milling is stopped in step S5 as it is assumed that the metal film (MR layer) has been completely removed during the predetermined time period. If NO, step S4 is repeated until the predetermined period lapses.

[0014] In the above-described manner, as shown in FIG. 2, the large, visually observable patterned monitor 6 having the same

composition as that of the product having a minute pattern is formed together with the product. Then, the ion milling is performed on the entire surface to etch the surface gradually. The ion milling is stopped when it is confirmed that the metal film (MR layer) has been completely removed, that is, when a predetermined time period has lapsed after the color of the patterned monitor changed to the same color as the substrate due to the removal of the metal film (MR layer). In prior art, it has been impossible to visually check a change in the color of a product having a minute pattern. In contrast, the present invention is provided with the large, visually observable patterned monitor 6 having the same composition as that of the product. Consequently, in performing ion milling on the entire surface, it is possible to check the change in the color of the patterned monitor 6 and to confirm a complete removal of the metal film (MR layer) for each wafer based on the lapse of a predetermined time period after the color change. This ensures that the ion milling amount will not vary from one wafer to another, thereby eliminating defects in characteristics of products.

[0015] FIG. 2 illustrates a concrete example of the invention. As shown, the resist 5 is applied onto the wafer 3 and developed so that a number of products 4 each having a minute pattern are formed together with large, visually observable patterned monitors 6. The patterned monitors 6 have the same composition as that of the products 4, and are provided at four positions around the product area in the wafer 3. Then, ion milling is started on the entire surface of the wafer 3 to gradually etch the patterned monitors 6 and the minute patterns of the products at the same time. After the color of the patterned monitors 6 has changed to the same color as the substrate, the ion milling is stopped when a complete removal is achieved, that is, a predetermined time

period has lapsed after the color change. It is thus possible to precisely control the ion milling amount by observing the patterned monitors 6 for each wafer 3, and to eliminate wafer-by-wafer variations in characteristics of the products.

[0016] FIG. 3 is an explanatory view of the product of the invention. This shows an example of the product 4 of FIG. 2 described above. FIG. 3(a) shows a state in which the MR layer has been formed by sputtering. FIG. 3(a-1) is a top view, and FIG. 3(a-2) is a cross-sectional view taken along A-B. The MR layer is ion-sputtered onto the entire surface. As seen from FIG. 3(a-2), a bottom shield and a bottom insulating layer (Al_2O_3) are already formed by ion sputtering or the like before the MR layer is formed.

[0017] FIG. 3(b) shows the state in which patterning has been performed. FIG. 3(b-1) is a top view, and FIG. 3(b-2) is a cross-sectional view taken along A-B. This shows a state in which a photoresist has been applied onto the entire surface of the MR layer of FIG. 3(a), and then exposed and developed in a fine pattern for removing the MR layer and a pattern for forming the large, visually observable patterned monitors 6 to thereby provide a fine pattern for forming the products as shown. (Although the patterned monitors 6 are not shown, they are formed at the same time by the exposure and development. The patterned monitors 6 are formed to be much larger than the fine pattern and visually observable.)

[0018] FIG. 3(c) shows a state in which ion milling has been performed. FIG. 3(c-1) is a top view, and FIG. 3(c-2) is a cross-sectional view taken along A-B. In the ion milling, ions are irradiated on the entire surface which has been patterned as shown in FIG. 3(b). The ion milling amount is 200 angstroms/minute. As the thickness of the MR layer is set to 500 angstroms in an experiment, it will be completely removed in about 2.5 minutes. The color of the large, visually observable patterned monitors

(not shown) will change from silver to black. Silver is the color of the MR layer, whereas black is the color of the bottom shield, which can be viewed through the transparent bottom insulating layer. The ion milling is stopped when a predetermined time period has lapsed after the occurrence of the color change, that is, when a complete removal is achieved. During the ion milling, the wafer, on which a number of products having the minute pattern as shown are provided, is rotated while receiving the ion irradiation so that a uniform irradiation is attained. The change in the color of the large, visually observable patterned monitors 6 is observed visually or on a monitor by taking pictures with a color TV camera (or automatically detecting the color change). When a predetermined time period has lapsed after the occurrence of the color change from silver to black, which suggests that the MR layer has been completely removed, the ion milling is stopped. Here, the bottom insulating layer underlying the MR layer is typically made of Al_2O_3 , and the ion milling amount is 100 angstroms/minute, which is almost half that of the MR layer. Accordingly, the ion milling is performed slightly excessively so as to ensure a complete removal of the MR layer.

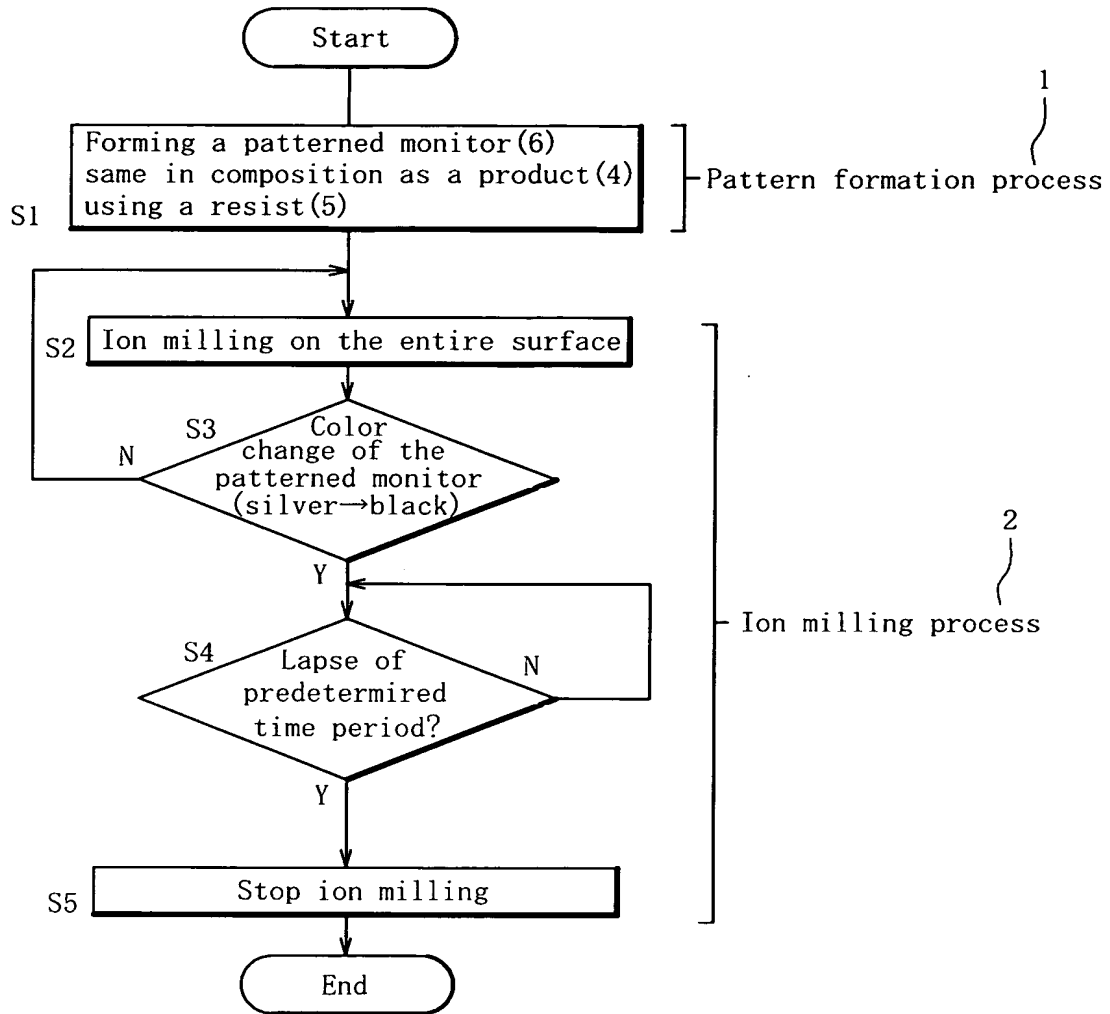


FIG. 1

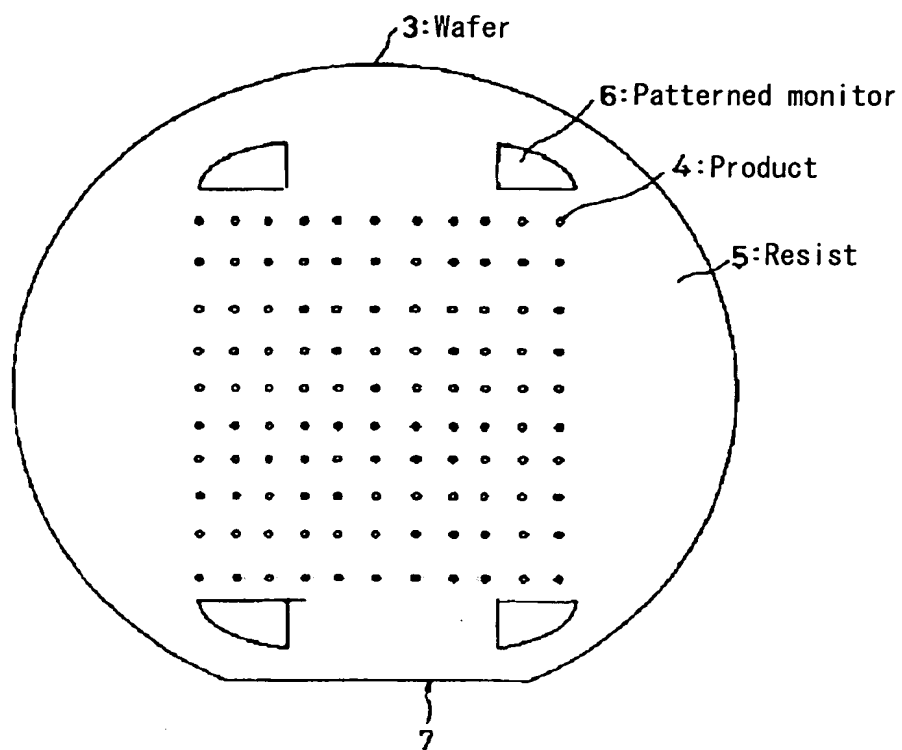
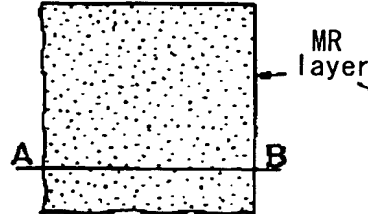


FIG. 2

(a) Sputtering MR layer

(a-1) Top view

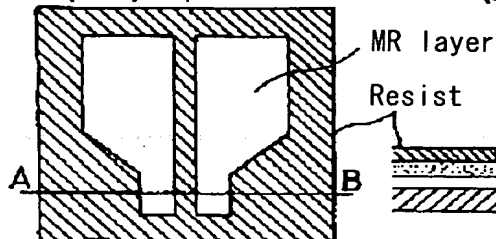


(a-2) A-B Cross section

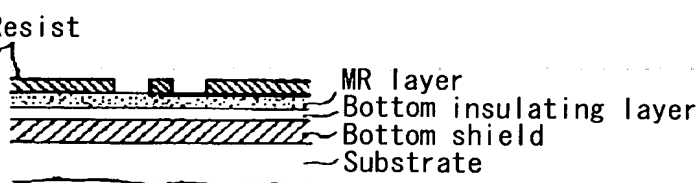


(b) Patterning

(b-1) Top view

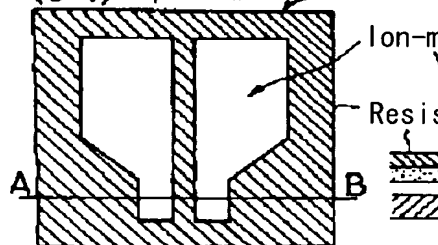


(b-2) A-B Cross section



(c) Ion milling

(c-1) Top view



(c-2) A-B Cross section

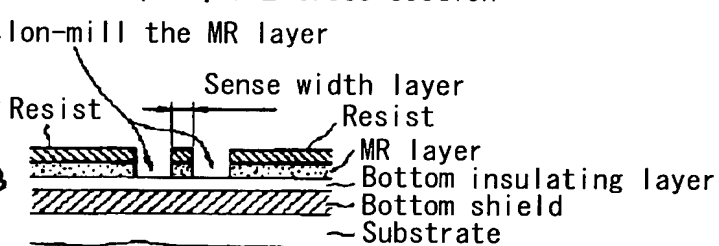


FIG. 3

(19)日本国特許庁 (J P)

(12)公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平 9 - 2 8 2 6 1 5

(43)公開日 平成 9 年 (1 9 9 7) 1 0 月 3 1 日

(51)Int.Cl.
G11B 5/39

識別記号 庁内整理番号

F I
G11B 5/39

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 5 頁)

(21)出願番号 特願平 8 - 9 3 7 2 9

(22)出願日 平成 8 年 (1 9 9 6) 4 月 1 6 日

(71)出願人 0 0 0 2 3 7 7 2 1

富士電気化学株式会社
東京都港区新橋 5 丁目 3 6 番 1 1 号

(72)発明者 鈴木 茂徳

東京都港区新橋 5 丁目 3 6 番 1 1 号 富士
電気化学株式会社内

(72)発明者 鈴木 利弥

東京都港区新橋 5 丁目 3 6 番 1 1 号 富士
電気化学株式会社内

(74)代理人 弁理士 岡田 守弘

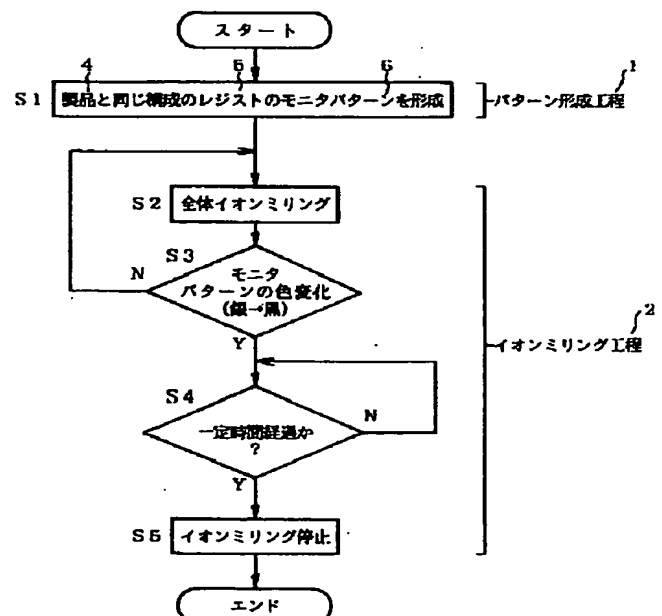
(54)【発明の名称】 薄膜ヘッドの製造方法

(57)【要約】

【課題】 本発明は、薄膜ヘッドを製造する製造方法に関し、イオンミリング対象の微小領域と同じ構成を持つ大きな複数のモニタパターンをウェハ上に形成し、イオンミリングを行う際に大きなモニタパターンの色に変化してから所定時間経過後に停止し、ウェハ上の微小な領域の正確なイオンミルエッチング量を確保し、薄膜ヘッドの特性劣化や寸法不良の発生を無くすことを目的とする。

【解決手段】 基板上あるいは基板の層上に形成された金属薄膜の上に、フォトリソを塗布して製品の微小パターンおよび大きなモニタパターンを一緒に露光・現像するパターン形成工程と、これら形成された微小パターンおよび大きなモニタパターンについて、イオンミリングによって全面をイオンエッチングを行い当該モニタパターンの部分の色が変化した後、所定時間経過後にイオンミリングを停止するイオンミリング工程とを備えるように構成する。

本発明の製造説明フローチャート



【特許請求の範囲】

【請求項 1】微小領域をイオンミリングで除去して薄膜ヘッドを製造する製造方法において、基板上あるいは基板の層上に形成された金属薄膜の上に、フォトリソを塗布して製品の微小パターンおよび大きなモニタパターンと一緒に露光・現像するパターン形成ステップと、

これら形成された微小パターンおよび大きなモニタパターンについて、イオンミリングによって全面をイオンエッチングを行い当該モニタパターンの部分の色が変化した後、所定時間経過後にイオンミリングを停止するイオンミリングステップとを備えたことを特徴とする薄膜ヘッドの製造方法。

【請求項 2】上記大きなモニタパターンをウェハ上のイオンエッチングの速い箇所および遅い箇所と予想される場所にそれぞれ設け、これらモニタパターンのうち最も色が遅く変化した後、所定時間経過後にイオンミリングを停止するイオンミリングステップを備えたことを特徴とする請求項 1 記載の薄膜ヘッドの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】本発明は、微小領域をイオンミリングで除去して薄膜ヘッドを製造する製造方法に関するものである。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】従来、ハードバイアス型の MR ヘッドの MR 部を形成する場合、ウェハ（基板）の上に下部シールド層、下部絶縁層、その上に MR 層を形成した後、当該 MR 層の上にレジストを全面に塗布し、ハード膜を形成する部分を露光してレジストを現像して除去した後、イオンミリングによって当該レジストを除去した部分の MR 層を取り去るようにしていた。そして、この MR 層を取り去った部分にハード膜を形成する工程などを行い、ハードバイアス型の MR ヘッドを製造していた。

【 0 0 0 3 】

【発明が解決しようとする課題】上述したイオンミリングによってレジストの無い MR 部分を除去する場合、除去する MR 部分が極めて小さく通常面積が 0.1 mm^2 位であって目視できなく、しかもウェハ上に多数を同時に作ると共にイオンミリング時にウェハを自転および回転させながらムラなく均一にイオンを照射している関係で、当該 MR 部分のスパッタされる度合いを検出できなく、実験的に求めた時間を経過したときにイオンミリングを停止していた。このため、異なるウェハ間で何らかの原因によってエッチングレートの変動により、

・アンダーエッチングとなると、MR 層がエッチング残として残り、特性の劣化や、センス幅寸法の変動となってしまう問題があった。

【 0 0 0 4 】・オーバーエッチングとなると、下の下部絶縁層までエッチングされてしまい、下部シールド層と

の間の絶縁抵抗の劣化や、センス幅寸法の変動となってしまう問題があった。

【 0 0 0 5 】本発明は、これらの問題を解決するため、イオンミリング対象の微小領域と同じ構成を持つ大きな複数のモニタパターンをウェハ上に同時に形成しておき、ウェハを回転させつつイオンミリングを行う際に大きなモニタパターンの色に変化してから所定時間経過後に停止し、ウェハ上の微小な領域の正確なイオンミルエッチング量を確保し、薄膜ヘッドの特性劣化や寸法不良の発生を無くすことを目的としている。

【 0 0 0 6 】

【課題を解決するための手段】図 1 を参照して課題を解決するための手段を説明する。図 1 において、パターン形成工程 1 は、基板上あるいは基板の層上に形成された金属薄膜の上に、フォトリソを塗布して製品の微小パターンおよび大きなモニタパターンと一緒に露光・現像する工程である。

【 0 0 0 7 】イオンミリング工程 2 は、製品の微小パターンおよび大きなモニタパターン 6 を一緒に形成した後、イオンミリングによって全面をイオンエッチングを行いモニタパターン 6 の部分の色が変化した後、所定時間経過後にイオンミリングを停止する工程である。

【 0 0 0 8 】この際、イオンミリング工程 2 において、大きなモニタパターン 6 をウェハ上のイオンエッチングの速い箇所および遅い箇所と予想される場所にそれぞれ設け、これらモニタパターン 6 のうち最も色が遅く変化した後、所定時間経過後にイオンミリングを停止するようにしている。

【 0 0 0 9 】従って、イオンミリング対象の微小パターンと同じ構成を持つ大きな複数のモニタパターン 6 をウェハ上に同時に形成しておき、ウェハを回転させつつイオンミリングを行う際に大きなモニタパターン 6 の色に変化してから所定時間経過後に停止することにより、ウェハ上の微小な領域の正確なイオンミルエッチング量を確保し、薄膜ヘッドの特性劣化や寸法不良の発生を無くすることが可能となる。

【 0 0 1 0 】

【発明の実施の形態】次に、図 1 から図 3 を用いて本発明の実施の形態および動作を順次詳細に説明する。

【 0 0 1 1 】図 1 は、本発明の製造説明フローチャートを示す。図 1 において、S 1 は、製品と同じ構成のレジスト 5 のモニタパターン 6 を形成する。これは、後述する図 2 に示すように、製品 4 の微小パターンと同じ構成を持つ目視できる大きなモニタパターン 6 をレジスト 5 に露光した後に現像して形成する。

【 0 0 1 2 】S 2 は、全体イオンミリングする。これは、S 1 で形成した図 2 のウェハの全面にイオンミリングによってイオンミルエッチングを開始する。S 3 は、モニタパターン 6 の色変化が有りか判別する。例えば後述する図 2 および図 3 の場合には、銀色（MR 層の色）

10

20

30

40

50

から黒色（基板の色）に色の変化が有りか判別する。YES の場合には、S 4 に進む。NO の場合には、S 2 に戻り全体のイオンミリングを繰り返す。

【0013】S 4 は、S 3 の YES で色変化があったので、更に、一定時間経過か判別する。YES の場合には、色変化があつてから一定時間経過して完全に金属膜（MR 層）が除去できたと予想される時間を経過したので、S 5 でイオンミリングを停止する。一方、NO の場合には、S 4 を繰り返し、一定時間経過するまで待機する。

【0014】以上によって、微小パターンを持つ製品と同じ構成を持つ目視できる大きなモニタパターンと一緒に図 2 に示すように形成しておき、全体をイオンミリングして徐々に除去し、モニタパターン内の金属膜（MR 層）が除去されて色が基板の色に変化した後、一定時間経過して完全に金属膜（MR 層）が除去されたことを確認した後にイオンミリングを停止する。これにより、従来は微小パターンの製品の色の変化を見ることができなかったが、本発明では同じ構成を持つ目視可能な大きなモニタパターン 6 を設けて全面的イオンミリングを行うので、当該大きなモニタパターン 6 の色の変化後、一定時間経過したのときに完全に金属膜（MR 層）が除去されたことをウェハ毎にチェックしてバラツキの無いイオンミリング量を確保し、製品の特性不良を無くすることが可能となる。

【0015】図 2 は、本発明の具体例説明図を示す。これは、ウェハ 3 上にレジスト 5 を塗布・現像して微小パターンを持つ製品 4 を多数形成すると共にウェハ 3 の周囲の 4 箇所に同じ構成を持つ目視できるような大きなモニタパターン 6 を図示のように形成した後、ウェハ 3 の全体をイオンミリングして当該モニタパターン 6 および微小パターンの内部を同時に徐々に除去を開始し、モニタパターン 6 内の色が基板の色に変化した後、一定時間経過して完全に除去されたときにイオンミリングを停止する。これより、ウェハ 3 毎にモニタパターン 6 を見て確実にイオンミリング量を制御でき、ウェハ毎の製品の特性のバラツキを無くすることが可能となった。

【0016】図 3 は、本発明の製品説明図を示す。これは、既述した図 2 の製品 4 の例である。図 3 の（a）は、MR 層スパッタした状態を示す。ここで、図 3 の（a-1）は上面図を示し、図 3 の（a-2）は A-B 断面図を示す。この状態では、MR 層を全体にイオンスパッタしたものである。尚、この MR 層スパッタする前には、図 3 の（a-2）の断面図から判明するように、基板上に下部シールド、下部絶縁層（Al₂O₃）が既にイオンスパッタなどによって形成されている。

【0017】図 3 の（b）は、パターニングした状態を示す。ここで、図 3 の（b-1）は上面図を示し、図 3 の（b-2）は A-B 断面図を示す。この状態は、図 3 の（a）の MR 層上の全体にフォトレジストを塗布し、

MR 層を除去する微細なパターンおよび本発明に係る目視できるような大きなモニタパターン 6 について露光した後現像し、図示の製品となる微細なパターンを開けたものである（尚、モニタパターン 6 は、図示されておらず、既述した図 2 に示すように、微細なパターンに比較して極めて大きくて目視可能なサイズのモニタパターン 6 を同時に露光・現像して形成している）。

【0018】図 3 の（c）は、イオンミリングした状態を示す。ここで、図 3 の（c-1）は上面図を示し、図 3 の（c-2）は A-B 断面図を示す。この状態は、図 3 の（b）のパターニングした上からイオンミリングによって全体にイオンを照射して徐々に除去する。ここで、イオンミリング量は、MR 層で 200 Å/分、実験では MR 層を 500 Å としているので、2 分 30 秒ではほぼ除去されるので、図示外の目視可能な大きなサイズのモニタパターン内の色が MR 層の銀色から、下の透明な下部絶縁層を透過して下部シールドの黒色が見えるように色変化するので、色変化が発生した後、更に一定時間経過して完全に除去された時点でイオンミリングを停止する。尚、イオンミリング中は、図示の微小なパターンを持つ製品を多数設けたウェハは、自転すると共に回転させられながら均一となるようにイオン照射されるので、そのときの目視可能な大きなサイズの図 2 のモニタパターン 6 内の色の変化を目視で観察あるいはカラー TV カメラで撮影してモニタ上で色変化を観察（あるいは色の変化を自動検出）し、色変化がここでは、銀色から黒色に変化してから一定時間経過して完全に MR 層を除去した後に、イオンミリングを停止する。ここで、下部にある下部絶縁層は通常 Al₂O₃ であって、イオンミリング量は 100 Å/分であって MR 層の約半分であるので、MR 層を完全に除去するように若干余分にイオンミリングし、MR 層を完全に除去するようにしている。

【0019】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、イオンミリング対象の微小パターンと同じ構成を持つ大きな複数のモニタパターンをウェハ上に同時に形成しておき、ウェハを回転させつつイオンミリングを行う際に大きなモニタパターンの色の変化してから所定時間経過後に停止する構成を採用しているため、ウェハ上の微小な領域の正確なイオンミルエッチング量を確保し、薄膜ヘッドの特性劣化や寸法不良の発生を無くすることができるようになった。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の製造説明フローチャートである。

【図 2】本発明の具体例説明図である。

【図 3】本発明の製品説明図である。

【符号の説明】

1：パターン形成工程

2：イオンミリング工程

3：ウェハ

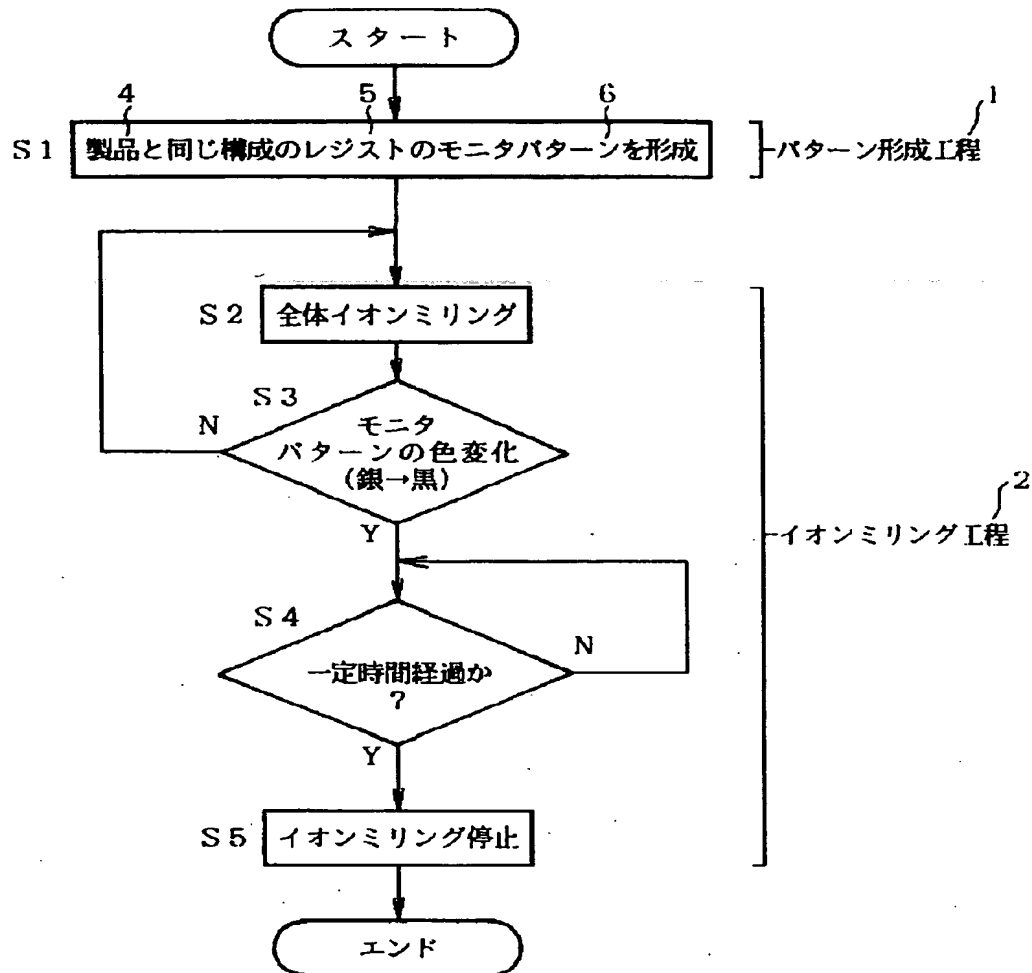
4 : 製品

6 : モニタパターン

5 : レジスト (フォトリジスト)

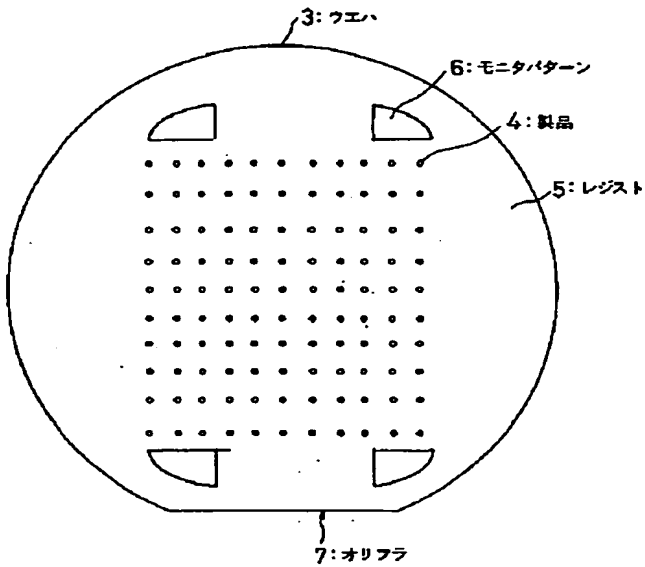
【 図 1 】

本発明の製造説明フローチャート



【 図 2 】

本発明の具体例説明図



【 図 3 】

本発明の製品説明図

